

LASER DISPLAY

Patent number: JP4045478
Publication date: 1992-02-14
Inventor: ENOMOTO AKIRA
Applicant: IBIDEN CO LTD
Classification:
- **international:** G02B26/10; G02B27/60; G02F1/133; G02F1/37;
G09F9/00; G09G3/02; G02B26/10; G02B27/60;
G02F1/13; G02F1/35; G09F9/00; G09G3/02; (IPC1-7):
G02B26/10; G02B27/60; G02F1/133; G02F1/37;
G09F9/00; G09G3/02
- **European:**
Application number: JP19900154553 19900613
Priority number(s): JP19900154553 19900613

Report a data error here

Abstract of JP4045478

PURPOSE: To obtain a laser display device whose thinness of the device, light weight, long service life, high stability, and low cost can be applied to a high-definition television by using as a light source a semiconductor laser, a solid-state laser, which is a combination of a semiconductor laser and a second higher harmonic wave generating element, or a solid-state laser, which is a combination of a semiconductor laser and a non-linear type optical element. **CONSTITUTION:** The small red laser light source, which is a combination of the 1,300nm wavelength semiconductor laser and the second higher harmonic wave generating element of the waveguide type composed of a LiTaO₃ substrate and a LiNbO₃ thin film formed thereon, the small green laser light source, which is a combination of the 1,090nm wavelength semiconductor laser and the element of the same type, and the small blue laser light source, which is a combination of the 880nm wavelength semiconductor laser and the element of the same type, are used as the laser light sources. Each laser beam is condensed by a lens so that it enter from the end of a light deflector 1 of the waveguide type. At this time, by changing the incident angle of each laser beam and by changing a voltage applied to an electrode, the deviation in deflection angle made by the wavelength is corrected so that the optical paths of the laser beams emitting from deflector 1 are always coincident with each other. These laser beams are abutted on a 11mm high, octahedron polygon mirror 2. The laser beams of the three primary colors deflected in horizontal and vertical directions by the mirror 2, are projected onto a screen after correction by a lens.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

⑫ 公開特許公報 (A) 平4-45478

⑬ Int. Cl. 5

G 09 G	3/02
G 02 B	26/10
27/60	
G 02 F	1/133
1/37	
G 09 F	9/00

識別記号

庁内整理番号

B	9176-5G
1 0 2	8507-2K
E	8507-2K
5 6 5	9120-2K
8806-2K	
7 2 4 6	7246-2K
3 6 0	6447-5G

⑬ 公開 平成4年(1992)2月14日

審査請求 未請求 請求項の数 11 (全11頁)

⑭ 発明の名称 レーザディスプレイ

⑮ 特願 平2-154553

⑯ 出願 平2(1990)6月13日

⑰ 発明者 榎本 充 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方1-1 イビデン株式会社内
⑯ 出願人 イビデン株式会社 岐阜県大垣市神田町2丁目1番地

明細書

1. 発明の名称

レーザディスプレイ

2. 特許請求の範囲

1) 光源として複数波長を有するレーザ光を用い、これらレーザ光を画像信号により変調させた後、偏向手段により水平方向および垂直方向に偏向させ、出力媒体上を走査することにより、出力媒体上に画像信号に対応した画像を出力するレーザディスプレイであって、前記光源は、半導体レーザ、半導体レーザと第2高調波発生素子を組み合わせた固体レーザ、あるいは半導体レーザと非線形光学素子を組み合わせた固体レーザの組合せにより構成され、前記レーザ光を水平方向に偏向する偏向手段として電気光学効果あるいは音響光学効果を用いた導波路型光偏向素子が、また前記レーザ光を垂直方向に偏向する偏向手段として、回転多面鏡あるいは回転ホログラムディスクが用いられてなることを特徴とするレーザディスプレイ。

2) 前記第2高調波発生素子は、LiTaO₃基

板上にLiNbO₃薄膜導波路が形成されてなる請求項1に記載のレーザディスプレイ。

3) 前記光源は、半導体レーザからなる赤色レーザと、半導体レーザと第2高調波発生素子を組み合わせた固体レーザからなる緑色レーザおよび青色レーザから構成される請求項1に記載のレーザディスプレイ。

4) 前記赤色レーザ、緑色レーザおよび青色レーザに使用される半導体レーザの波長は、それぞれ600~840nm、980~1100nm、760~980nmである請求項3に記載のレーザディスプレイ。

5) 前記光源は、半導体レーザと第2高調波発生素子を組み合わせた固体レーザからなる、赤色レーザ、緑色レーザおよび青色レーザにより構成される請求項1に記載のレーザディスプレイ。

6) 前記赤色レーザ、緑色レーザおよび青色レーザに使用される半導体レーザの波長は、それぞれ1200~1600nm、980~1100nm、760nm~980nmである請求項5に記載の

レーザディスプレイ。

7) 前記光源は、波長の異なる2種類の半導体レーザ、第2高調波発生素子および非線形光学素子から構成される請求項1に記載のレーザディスプレイ。

8) 前記変調された複数のレーザ光は、同一経路を伝播した後、偏向手段へ入力される請求項1に記載のレーザディスプレイ。

9) 前記同一経路は、光ファイバーあるいは光導波路である請求項8に記載のレーザディスプレイ。

10) 前記導波路型光偏向素子は、LiTaO₃基板上にLiNbO₃薄膜導波層が形成されてなる請求項1に記載のレーザディスプレイ。

11) 前記導波路型光偏向素子と回転多面体との距離は20mm以下である請求項1に記載のレーザディスプレイ。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、レーザ光を光源に用いたディスプレイ装置に関し、特に薄型、軽量、長寿命、高安定

性、低価格で高品位テレビにも応用できるレーザディスプレイ装置に関する。

(従来技術)

映像信号により、強度変調したレーザ光スポットでスクリーンやフィルム等の出力媒体上を走査し、映像を表示したり、記録したりするレーザディスプレイは、レーザ光の光輝度、収束性、單一波長性などから種々の利点を有し、産業用、医療用の各分野で広く利用されている。

このようなレーザディスプレイとしては、例えば、昭和57.8 NHK 技術月報 p330～334に、3原色レーザ光源としてHe-Neレーザ(赤)、Ar+レーザ(緑)、He-Cd(青)などのガスレーザを用い、光変調器で変調をかけた後、レンズ系でコリメートし、ついで水平方向にポリゴンミラーにて偏向させ、さらに垂直方向にガルバノメータにて偏向させ、スクリーン上を走査することにより映像を投影する装置が開示されている。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながらこのようなレーザディスプレイは、光源としてガスレーザを使用しており、ガスレーザは大型で高価である上に不安定で短寿命であり、また外部変調器を必要とすることから、装置全体が複雑化、大型化、重量化してしまう。

また半導体レーザなどの小型固体レーザは、600nmより短波長領域は実用化されておらず、3原色に必要な緑や青の実用的な半導体レーザを得ることが困難であった。

また、ポリゴンミラー、ガルバノメータの偏向速度は、各々30kHz程度、および60～100Hz程度が限界である。ポリゴンミラー、ガルバノメータをそれぞれレーザ光の水平偏向、および垂直偏向に使用するためには、ディスプレイの要求性能として、水平方向に30kHz以上、垂直方向に60Hz以上の偏向速度が必要なため、装置性能の限界で使用することになり、長時間、連続運転するテレビ装置では、実質的に使用することは困難であった。

本発明者らは、鋭意研究した結果、光源として

半導体レーザ、半導体レーザと第2高調波発生素子を組み合わせた固体レーザ、あるいは半導体レーザと非線形光学素子を組み合わせた固体レーザを用いることにより、3原色に必要な赤、緑、青色レーザ光が得られ、また水平方向の偏向手段として導波路型の光偏向素子を用いることにより、前述の問題を解決できることを新規に見出し、本発明を完成了。

(問題を解決するための手段)

本発明は、光源として複数波長を有するレーザ光を用い、これらレーザ光を画像信号により変調させた後、偏向手段により水平方向および垂直方向に偏向させ、出力媒体上を走査することにより、出力媒体上に画像信号に対応した画像を出力するレーザディスプレイであって、前記光源は、半導体レーザ、半導体レーザと第2高調波発生素子を組み合わせた固体レーザ、あるいは半導体レーザと非線形光学素子を組み合わせた固体レーザの組合せにより構成され、前記レーザ光を水平方向に偏向する偏向手段として電気光学効果あるいは音

等光学効果を用いた導波路型光偏向素子が、また前記レーザ光を垂直方向に偏向する偏向手段として、回転多面鏡あるいは回転ホログラムディスクが用いられてなることを特徴とするレーザディスプレイである。

(作用)

本発明は、光源として複数波長を有するレーザ光を用い、これらレーザ光を画像信号により変調させた後、偏向手段により水平方向および垂直方向に偏向させ、出力媒体上を走査させることが必要である。

このようにレーザスポットを出力媒体上で走査することにより、電気信号のもつ映像情報を出力媒体上に鮮明に視覚化できる。

前記出力媒体は、スクリーンであることが好適である。

前記スクリーンはガラス粉を塗布した布製または紙製のもの、ガラス製または半透明ガラス製のもの、あるいはプラスチック製のものなどを用いることができる。

入射することにより、固体レーザではこれまで得られなかつた、緑色や青色レーザ光を得ることができる。

前記光源を構成する三原色レーザ光としては、以下の1)～3)に示す形態が望ましい。

1) 赤色レーザとして半導体レーザ、緑色レーザおよび青色レーザとして、半導体レーザと第2高調波発生素子を組み合わせた固体レーザを使用する形態。

前記赤色レーザとして直接半導体レーザを使用する理由は、600nm帯の半導体レーザは既に実用化レベルであり、半導体レーザを直接光源とした方が効率が良いからである。

また前記赤色レーザ、緑色レーザおよび青色レーザに使用される半導体レーザの波長は、それぞれ600～840nm、980～1100nm、760～980nmであることが有利である。

2) 赤色レーザ、緑色レーザおよび青色レーザとして、半導体レーザと第2高調波発生素子を組み合わせた固体レーザを使用する形態。

前記光源は、三原色である、赤色、緑色、青色レーザ光からなることが望ましい。

本発明に使用する光源は、半導体レーザ、半導体レーザと第2高調波発生素子を組み合わせた固体レーザ、あるいは半導体レーザと非線形光学素子を組み合わせた固体レーザの組合せにより構成されていることが必要である。

この理由は、固体レーザの方がガスレーザに比べて、低価格、小型、安定、長寿命で、量産性に優れるからである。

また、前記第2高調波発生素子は、光の波長を $1/2$ にするための素子であり、また、前記非線形光学素子は、和周波混合(波長 λ_1 、 λ_2 の光を非線形光学素子に入射すると出射光の波長 λ_3 は、 $1/\lambda_1 + 1/\lambda_2 = 1/\lambda_3$ なる関係を満たし、このような非線形光学素子の作用を和周波混合と称する)により、入射させた光より短波長の光を得るための素子であることから、これら第2高調波発生素子や非線形光学素子に、既に実用化されている赤外波長領域の半導体レーザ光を

前記赤色レーザ、緑色レーザおよび青色レーザに使用される半導体レーザの波長は、それぞれ1200～1600nm、980～1100nm、760～980nmであることが有利である。

3) 赤色レーザ、緑色レーザおよび青色レーザとして、波長の異なる2種類の半導体レーザ、第2高調波発生素子および非線形光学素子を組み合わせた固体レーザを使用する形態。

前記波長の異なる2種類の半導体レーザは、1200～1600nmの波長を有するもの(半導体レーザA)と、760～980nmの波長を有するもの(半導体レーザB)であることが望ましい。

前記半導体レーザAより発せられるレーザ光Aは、第2高調波発生素子により赤色レーザ光となり、また前記半導体レーザBより発せられるレーザ光Bは、第2高調波発生素子により青色レーザ光となり、さらに前記レーザ光Aとレーザ光Bを同時に非線形光学素子に入射させ、和周波混合を行うことにより、緑色レーザ光を得ることができ

る。

本発明で使用される第2高調波発生素子は、バルク型や導波路型などいずれも使用でき、限定されるものではないが、特に以下に示す第2高調波発生素子、即ち基板上に薄膜導波層が形成されてなる第2高調波発生素子であって、基本波レーザー光波長 ($\lambda \mu m$)、薄膜導波層の膜厚 (T μm)、基本波レーザー光波長 ($\lambda \mu m$) における基板の常光屈折率 (n_{oxx})、基本波レーザー光波長 ($\lambda \mu m$) における薄膜導波層の常光屈折率 (n_{oxz})、第2高調波波長 ($\lambda \mu m/2$) における基板の異常光屈折率 (n_{oxz}) および第2高調波波長 ($\lambda \mu m/2$) における薄膜導波層の異常光屈折率 (n_{oxz}) が、

$$\frac{(n_{oxz} - n_{oxz})}{(n_{oxz} - n_{oxz})} > 2 \text{ の場合、}$$

$$0.02 \leq \frac{(\lambda + 0.1) N_z}{\lambda^2 T} \leq 6.0 \quad \dots (A)$$

あるいは、

$$\frac{(n_{oxz} - n_{oxz})}{(n_{oxz} - n_{oxz})} \leq 2 \text{ の場合、}$$

$$0.05 \leq \frac{(\lambda + 0.1) N_z}{\lambda^2 T} \leq 5.0 \quad \dots (B)$$

のいずれかの関係式で表されることを特徴とする第2高調波発生素子であることが望ましい。

ただし、上記関係式 (A) 中の N_z は、

$$N_z = \frac{(n_{oxz} - n_{oxz})}{(n_{oxz} - n_{oxz})} \quad \text{であり、}$$

また、上記関係式 (B) 中の N_z は、

$$N_z = \frac{(n_{oxz} - n_{oxz})}{(n_{oxz} - n_{oxz})} \quad \text{である。}$$

前記第2高調波発生素子は、基板上に薄膜導波層が形成されてなるものであって、基板および薄膜導波層の基本波レーザー光に対する常光屈折率、および第2高調波に対する異常光屈折率、薄膜導波層の厚さを、前記関係式 (A) あるいは (B) を満たす構造とすることにより、特定の基本波レーザー光に対する第2高調波光を発生させることができる。

前記第2高調波発生素子の構造は、基板上に薄膜導波層が形成されてなるものであることが必要である。

その理由は、基板上に薄膜導波層が形成された第2高調波発生素子における第2高調波光の発生は、薄膜に集中した光のエネルギーを利用できることや光波が薄膜内に閉じ込められ、広がらないために、長い距離にわたって相互作用を行わせ得ることなどの利点を有しているばかりでなく、従来用いられているバルク単結晶を使用した第2高調波発生素子では、位相整合できない物質でも薄膜のモード分散を利用することにより位相整合ができるなどの利点を有するからである。

前記第2高調波発生素子は、基本波レーザー光波長 ($\lambda \mu m$)、薄膜導波層の膜厚 (T μm)、基本波レーザー光波長 ($\lambda \mu m$) における基板の常光屈折率 (n_{oxz})、基本波レーザー光波長 ($\lambda \mu m$) における薄膜導波層の常光屈折率 (n_{oxz})、第2高調波波長 ($\lambda \mu m/2$) における基板の異常光屈折率 (n_{oxz}) および第2高調波

波長 ($\lambda \mu m/2$) における薄膜導波層の異常光屈折率 (n_{oxz}) が、

$$\frac{(n_{oxz} - n_{oxz})}{(n_{oxz} - n_{oxz})} > 2 \text{ の場合、}$$

$$0.02 \leq \frac{(\lambda + 0.1) N_z}{\lambda^2 T} \leq 6.0 \quad \dots (A)$$

あるいは、

$$\frac{(n_{oxz} - n_{oxz})}{(n_{oxz} - n_{oxz})} \leq 2 \text{ の場合、}$$

$$0.05 \leq \frac{(\lambda + 0.1) N_z}{\lambda^2 T} \leq 5.0 \quad \dots (B)$$

のいずれかの関係式を満足することが必要である。

ただし、上記式 (A) 中の N_z は、

$$N_z = \frac{(n_{oxz} - n_{oxz})}{(n_{oxz} - n_{oxz})} \quad \text{であり、}$$

また、上記式 (B) 中の N_z は、

$$N_z = \frac{(n_{oxz} - n_{oxz})}{(n_{oxz} - n_{oxz})} \quad \text{である。}$$

その理由は、基板上に薄膜導波層が形成された

第2高調波発生素子においては、前記関係式(A)あるいは(B)のいずれかを満たす構造でないと第2高調波光への変換効率が低く実用的でないからである。

特に第2高調波光への高い変換効率を得るには、基本波レーザー光波長($\lambda \mu m$)、薄膜導波層の膜厚($T \mu m$)、基本波レーザー光波長($\lambda \mu m$)における基板の常光屈折率(n_{ore})、基本波レーザー光波長($\lambda \mu m$)における薄膜導波層の常光屈折率(n_{ore})、第2高調波波長($\lambda \mu m/2$)における基板の異常光屈折率(n_{ass})および第2高調波波長($\lambda \mu m/2$)における薄膜導波層の異常光屈折率(n_{ass})が、

$$\frac{(n_{ore} - n_{ass})}{(n_{ore} - n_{ass})} > 2 \text{ の場合、}$$

下記の関係式(A')を満足することが好ましく、なかでも下記の関係式(A")を満足することが有利である。

$$0.1 \leq \frac{(\lambda + 0.1) N_1}{\lambda^2 T} \leq 3.0 \quad \dots (A')$$

$$0.2 \leq \frac{(\lambda + 0.1) N_1}{\lambda^2 T} \leq 1.2 \quad \dots (A'')$$

ただし、上記関係式(A')および(A'')中の N_1 は、

$$N_1 = \frac{(n_{ore} - n_{ass})}{(n_{ore} - n_{ass})} \text{ である。}$$

$$\text{一方、} \frac{(n_{ore} - n_{ass})}{(n_{ore} - n_{ass})} \leq 2 \text{ の場合、}$$

下記の関係式(B')を満足することが好ましく、なかでも下記の関係式(B")を満足することが有利である。

$$0.2 \leq \frac{(\lambda + 0.1) N_2}{\lambda^2 T} \leq 3.0 \quad \dots (B')$$

$$0.4 \leq \frac{(\lambda + 0.1) N_2}{\lambda^2 T} \leq 1.0 \quad \dots (B'')$$

ただし、上記関係式(B')および(B'')中の N_2 は、

$$N_2 = \frac{(n_{ore} - n_{ass})}{(n_{ore} - n_{ass})} \text{ である。}$$

前記第2高調波発生素子は、薄膜導波層の光学軸(Z軸)に対する基本波レーザー光の入射角(θ)が、 $0 \pm 15^\circ$ あるいは $90 \pm 15^\circ$ の範囲内であることが好ましい。

その理由は、前記基本波レーザー光の入射角(θ)が、前記範囲内の場合、第2高調波への変換効率が、極めて高いからである。前記基本波レーザー光の入射角は、なかでも、 $0 \pm 5^\circ$ あるいは $90 \pm 5^\circ$ の範囲内であることが有利である。

本発明のSHG素子に入射される基本波レーザー光の波長(λ)は、 $0.4 \sim 1.6 \mu m$ であることが好ましい。

その理由は、前記基本波レーザー光(λ)としては、なるべく波長の短いものであることが有利であるが、半導体レーザによって $0.4 \mu m$ より短い波長のレーザー光を発生させることは、実質的に困難であるからであり、一方 $1.6 \mu m$ より長い波長の基本波レーザー光を使用した場合には、得られる第2高調波の波長が基本波レーザー光の

$1/2$ であることから、直接半導体レーザによって比較的簡単に発生させることのできる波長領域であって前記第2高調波発生素子を使用する優位性が見出せないからである。前記基本波レーザー光の波長(λ)は、半導体レーザ光源を比較的入手し易い $0.6 \sim 1.3 \mu m$ が有利であり、なかでも、 $0.68 \sim 0.94 \mu m$ が実用上好適である。

前記の第2高調波発生素子の薄膜導波層の膜厚(T)は、 $0.1 \sim 2.0 \mu m$ であることが好ましい。

その理由は、前記薄膜導波層の膜厚(T)が、 $0.1 \mu m$ より薄い場合、基本波レーザ光を入射させることが困難で、入射効率が低いため、実質的に高いSHG変換効率が得られ難いからであり、一方 $2.0 \mu m$ より厚い場合、光パワー密度が低く、SHG変換効率が低くなってしまい、いずれの場合も第2高調波発生素子として、使用することが困難であるからである。前記薄膜導波層の膜厚は、なかでも $0.2 \sim 1.0 \mu m$ が有利であり、特に、

0.4~8 μmが実用上好適である。

前記第2高調波発生素子における基板、薄膜導波層は各種光学材料を使用することができ、薄膜導波層としては、例えばLiNbO₃、α-石英、KTiOPO₄ (KTP)、β-BaB₂O₄ (BBO)、KB₂O₃·4H₂O (KB₂O)、KH₂PO₄ (KDP)、KD₂PO₄ (KD⁺P)、NH₄H₂PO₄ (ADP)、Cs₂H₂AsO₄ (CDA)、Cs₂D₂AsO₄ (CD⁺A)、RbH₂PO₄ (RDP)、RbH₂AsO₄ (RDA)、BeSO₄·4H₂O、Li₂CO₃·3H₂O、Li₂IO₃、α-LiCdB₂O₃、LiB₂O₃ (LBO)、尿素、ポリバラニトロアニリン (p-PNA)、ポリジアセチレン (DCH)、4-(N,N-ジメチルアミノ)-3-アセトアミドニトロベンゼン (DAN)、4-ニトロベンズアルデヒド ヒドラジン (NB₂H)、3-メトキシ-4-ニトロベンズアルデヒド ヒドラジン、2-メチル-4-ニトロアニリン (MNA) などが、また基板としては、例え

ばLiTaO₃、LiTaO₃薄膜が形成されたLiNbO₃基板、LiTaO₃薄膜が形成された光学グレードLiNbO₃基板、SiO₂、アルミナ、KTP、BBO、LBO、KDP、および類似化合物、ソーダガラス、バイレクッガラス、ポリメタクリル酸メチル (PMMA) などを使用することができる。前記基板および薄膜導波層用の材料は、Na、Cr、Mg、Nd、Tiなどの異種元素を含有させることにより、その屈折率を調整することができる。

前記Na、Cr、Mg、Nd、Tiなどの異種元素を含有させる方法としては、予め、材料の原料と不純物を混合しておき、LPE法にて単結晶基板上に薄膜導波層を形成する方法あるいは、前記単結晶基板あるいは薄膜導波層に、Na、Mg、Nd、Tiなどの不純物を拡散させる拡散法を用いることが望ましい。

また前記第2高調波発生素子に適した組合せとしては、薄膜導波層/単結晶基板が、2-メチル-4-ニトロアニリン (MNA) /SiO₂ : 2

-メチル-4-ニトロアニリン (MNA) /アルミナ；KTiOPO₄ (KTP) /アルミナ；β-BaB₂O₄ (BBO) /アルミナ；4-(N,N-ジメチルアミノ)-3-アセトアミドニトロベンゼン (DAN) /SiO₂；4-(N,N-ジメチルアミノ)-3-アセトアミドニトロベンゼン (DAN) /ポリメタクリル酸メチル (PMMA)；LiB₂O₃ (LBO) /BBO；LBO /アルミナ；RbH₂PO₄ (RDP) /KH₂PO₄ (KDP)；ポリバラニトロアニリン (p-PNA) /PMMAなどがある。

前記第2高調波発生素子に適した組合せとしては、なかでも単結晶基板としてLiTaO₃、薄膜導波層としてLiNbO₃を用いる組み合わせが好適である。

その理由は、前記LiNbO₃は非線形光学定数が大きいこと、光の損失が小さいこと、均一な膜を作成できることが挙げられ、また、LiTaO₃は、前記LiNbO₃と結晶構造が類似しており、前記LiNbO₃の薄膜を形成しやすく、

また、高品質で安価な結晶を入手し易いからである。

また、前記第2高調波発生素子は、幅が1~10 μmであるチャンネル型であることが有利である。チャンネル型のSHG素子が有利である理由は、スラブ型に比べて、光パワー密度を高くできるからであり、また、幅が1~10 μmであることが有利である理由は、幅が1 μmより小さいと、入射光を導波路に導入することが難しく、入射効率が低いため、SHG変換効率も低くなってしまうからであり、一方入射効率は幅が大きいほど高いが、10 μmより大きいと、光パワー密度が低下するため、SHG変換効率が低下するからである。前記第2高調波発生素子は、その入力側に基本波長光を選択的に透過させるための波長選択性の薄膜が形成されていることが望ましい。

本発明の第2高調波発生素子は、その出力側に基本波長光を除去するための波長選択性の薄膜が形成されていることが望ましい。

また、前記波長選択性の薄膜を、直接出射端面

に形成して第2高調波光に対する反射防止条件を満たすよう調整することにより、ニオブ酸リチウム単結晶薄膜層と空気との屈折率に大きな差があるために出射端面で生じていた反射による損失を低減でき、SHG出力を向上させることができる。

前記波長選択性の薄膜は、出射端面の後方の出射端面から離れた位置に形成されてもよく、また適当な接着剤を用いて出射端面上に固定されていてもよい。

前記接着剤を用いて出射端面上に固定する場合は、接着層の屈折率、厚さを前記第2高調波光に対する反射防止条件に適合するよう調節して、SHG出力を向上させることができるものとし、

前記波長選択性の薄膜としては、色ガラスフィルター、ガラス基板上に波長選択性の干渉膜をコートィングしたもの、等を使用できる。

前記波長選択性の薄膜の材料としては、SiO₂、MgO、ZnO、Al₂O₃等の酸化物、LiNbO₃、LiTaO₃、Y₃Ga₅O₁₂、Cd₃Ga₅O₁₂等の複合酸化物、あるいはPM

MA、MNA等の有機物等を用いることができ、これらを重ねた多層薄膜も用いることができる。

前記波長選択性の薄膜の作成方法としては、スパッタリング法、液相エピタキシャル法、蒸着法、MBE(分子ビームエピタキシャル: Mole cular Beam Epitaxial)法、MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)法、イオンプレーティング法、LB法、スピンドルコート法、ディップ法などを用いることができる。

前記チャンネル型の第2高調波発生素子の製造方法としては、例えば、基板上にスパッタリングや液相エピタキシャル成長法などの方法により、薄膜導波層を形成した後、さらに、前記薄膜導波層上にフォトリソグラフィーとRFスパッタリングによりTi導波路パターンを形成し、これをエッチングマスクとして、イオンビームエッティングすることにより、位相整合膜厚に調整するか、あるいはエッティングマスクを形成した後、イオンビ

ームエッティングを行い、ついでエッティングマスクを除去して、再度イオンビームエッティングを行い、位相整合膜厚に調整することによりチャンネル型の第2高調波発生素子を作成するなどの方法をとることができる。

また、本発明で使用される第2高調波発生素子は、薄膜導波層上にクラッド層が形成されてなることが望ましい。

この理由は、前記クラッド層を薄膜導波層上に設けることにより、基板、薄膜導波層、クラッド層が屈折率に関して対称形に近くなるため、基本波レーザ光および、第2高調波光の電界分布を対称形とすることができます、薄膜導波層の膜厚が、理論位相整合膜厚に完全に一致していない場合でも、第2高調波光の出力低下を緩和できることから、位相整合膜厚の許容範囲が広く、高変換効率の第2高調波発生素子が得られるからである。

また、前記クラッド層は、保護層として働き、導波層の破損や塵、埃の付着による光散乱を防止でき、端面研磨で問題となる導波層のカケ(チッ

ピング)を完全に防止できる。

さらに、前記クラッド層は、関係式1)および2)を満たすことが望ましい。

$$n_{\infty} - 0.50 \leq n_{\infty} \leq n_{\infty} - 0.05 \quad \dots \text{式1)}$$

$$n_{\infty} - 0.70 \leq n_{\infty} \leq n_{\infty} - 0.15 \quad \dots \text{式2)}$$

n_{∞} : 基本波レーザ光波長 ($\lambda \mu\text{m}$) における基板の常光屈折率

n_{∞} : 基本波レーザ光波長 ($\lambda \mu\text{m}$) におけるクラッド層の常光屈折率

n_{∞} : 第2高調波波長 ($\lambda \mu\text{m}/2$) における基板の異常光屈折率

n_{∞} : 第2高調波波長 ($\lambda \mu\text{m}/2$) におけるクラッド層の異常光屈折率

この理由は、前記クラッド層が、前記1)および2)式を満足することにより、第2高調波光と基本波レーザ光の電界分布重なりを最大限にでき、位相整合膜厚の許容範囲が広く、高変換効率の第2高調波発生素子が得られるからである。

特に、膜厚の位相整合誤差の許容範囲を拡張するためには、式3)および4)を満たすことが好

ましい。

$$n_{\infty} - 0.25 \leq n_{\infty} \leq n_{\infty} - 0.10 \cdots \text{式3}$$

$$n_{\infty} - 0.55 \leq n_{\infty} \leq n_{\infty} - 0.20 \cdots \text{式4}$$

n_{∞} : 基本波レーザ光波長 ($\lambda \mu\text{m}$) における基板の常光屈折率

n_{∞} : 基本波レーザ光波長 ($\lambda \mu\text{m}$) におけるクラッド層の常光屈折率

n_{∞} : 第2高調波波長 ($\lambda \mu\text{m}/2$) における基板の異常光屈折率

n_{∞} : 第2高調波波長 ($\lambda \mu\text{m}/2$) におけるクラッド層の異常光屈折率

また、前記第2高調波発生素子のクラッド層の厚みは、0.2~3.0 μm が望ましい。この理由は、0.2 μm より薄い場合は、導波光を閉じ込めることができず、また3.0 μm より厚い場合は、クラッド層の結晶性が低下して、光学的特性が低下するからである。

前記クラッド層は、0.5~1.0 μm が好ましく、1~8 μm が好適である。

前記クラッド層は各種光学材料を使用すること

ができる、ZnO、MgO、Al₂O₃、PMMA、SiO₂、バイレックスガラス、ソーダガラスなどが使用でき、なかでもZnOが好適である。

本発明で使用される第2高調波発生素子は、レーザ光が、SHG素子の薄膜導波層に入射されるように、半導体レーザのペアチップを接合し、パッケージ化しておくことが望ましい。

前記パッケージは、気密化されていることが望ましく、窒素ガスのような不活性ガスが封入されていることが好ましい。

また、前記パッケージのレーザ光出射部は、波長選択性の板もしくは薄膜がはめこまれた窓が形成されていることが望ましい。

次に、本発明で使用される第2高調波発生素子の製造方法としては、単結晶基板上にスパッタリングや液相エピタキシャル成長法などの方法により、薄膜導波層を形成することにより製造することができ、さらに、前記薄膜導波層上にフォトリソグラフィーとRFスパッタリングによりTi導波路パターンを形成し、これをエッチングマスク

として、イオンビームエッチングするか、この後エッチングマスクを除去して再びイオンビームエッチングすることにより膜厚を調整し、チャンネル型の第2高調波発生素子を作成するなどの方法をとることができる。

本発明においては、変調された複数のレーザ光は、同一経路を伝播した後、偏向手段へ入力されることが好ましい。

この理由は、複数のレーザ光が各々別個の経路を伝播する場合には、各々のレーザ光について光学部品、伝播するための空間、さらに別個の偏向手段が必要になるため、部品数が多くなり、装置が大型、高価になり量産性も低下するからである。

前記同一経路は、光ファイバーあるいは光導波路であることが有利であり、例えば、レーザ光の入射部を複数有し、その入射部からのレーザ光を導波する複数の光ファイバーもしくは光導波路が途中で1つの経路に集合された構造などが考えられる。

前記同一経路として光導波路を使用する場合は、

光導波路自体に第2高調波発生素子、もしくは非線形光学素子が組み込まれていることが好ましい。

本発明では、走査線の走査のために、偏向手段が必要であるが、水平方向の偏向は、電気光学効果あるいは音響光学効果を用いた導波路型光偏向素子により、また垂直方向の偏向は、ポリゴンミラー（回転多面鏡）あるいは回転ホログラムディスクにより行うことが必要である。

前記水平方向の偏向手段として、電気光学効果あるいは音響光学効果を用いた導波路型光偏向素子が使用される理由は、前記電気光学効果あるいは音響光学効果を用いた導波路型光偏向素子は、数百kHzからMHzの高速走査が可能で、水平偏向に要求される走査速度である数十kHzに比べて十分な余裕があり、長時間連続使用が可能で、高い信頼性が得られるからである。

また、前記電気光学効果あるいは音響光学効果を用いた導波路型光偏向素子は非機械式の偏向器であるため、小型化、低価格、軽量で、振動、

騒音が少ないなどの利点がある。

さらに、前記垂直方向の偏向手段として、ポリゴンミラー（回転多面鏡）あるいは回転ホログラムディスクが使用される理由は、垂直方向の走査速度は、60Hz程度でよいため、鏡鏡式の偏向器であるポリゴンミラーあるいは回転ホログラムディスクを使用しても十分な余裕があり、長時間連続使用に耐えられるからである。

また、前記電気光学効果あるいは音響光学効果を用いた導波路型光偏向素子からポリゴンミラーまでの距離は20mm以下であることが好ましい。

この理由は、次のように説明される。

前記電気光学効果あるいは音響光学効果を用いた導波路型光偏向素子の偏向角は、30°以上であることが好ましく、またポリゴンミラーの高速回転時における信頼性、安定性を考慮した場合、重量はできるだけ軽くしなければならず、このためポリゴンミラーの高さは10mm程度が限界となることから、全ての偏向光をポリゴンミラーの偏向面で受光し、反射させるために、導波路型光

偏向素子からポリゴンミラーまでの距離を20mm以下に設定することが好ましい。

本発明で使用される導波路型光偏向素子は、基板上に薄膜導波層が形成されてなり、一方に光の入力部があり、また他方に出力部を有し、薄膜導波層には導波路の実効屈折率を電気光学効果により変える手段か、もしくは導波路面内で電気光学効果あるいは音響光学効果により光偏向させるための手段を有していることが望ましい。

前記入力部は、端面入射、プリズム入射、グレーティング入射方式が有利である。

前記出力部は、導波路面内で偏向させた光をそのまま端面、あるいは、プリズム結合器、グレーティング結合器で取り出すことができるが、導波路の導波光に対する実効屈折率の変化に応じた角度で光を出射できるプリズム結合器やグレーティング結合器を設けることが、導波路面に垂直な方向に大きな偏向角が得られることから有利である。

また前記プリズム結合器には電極などの屈折率を変化させるための手段を有していることが好ま

しい。

さらに、入射光を導波路面内で偏向させる場合、出力部として、入射光に対して特定の角度を有するグレーティングが有利である。

このようなグレーティングを出力部とすることにより、導波路面に垂直な方向に大きな偏向角が得られる。

前記入射光に対して特定の角度を有するグレーティングとしては、周期が感状に連続的変化している形態、導波路面内の導波光の入射方向に垂直な方向に対して傾斜角 θ を有してなる形態などがありであるが、後者の方がより大きな偏向角が得られる。

前記傾斜角 θ は、30°～85°であることが望ましい。

この理由は、 θ が大きい程面内偏向角が小さくても大きな出力偏向角が得られるが、 θ が大きい程偏向効率が低下するため上記範囲が望ましい。

前記傾斜角 θ は、45°～80°であることが好適である。

本発明の光偏向素子の導波路の実効屈折率を電気光学効果により変える手段、および導波路面内で電気光学効果あるいは音響光学効果により光偏向させるための手段は、チャンネル型導波路の両側に電極を設けて電界を印加することによってチャンネル型導波路の実効屈折率を電気光学効果により変える方法、基板の下部とスラブ型あるいはチャンネル型導波路の上部に電極を設けて電界を印加することによってスラブ型あるいはチャンネル型導波路の実効屈折率を電気光学効果により変える方法、導波路の光伝搬経路にあたる導波路内あるいは導波路の上部あるいは下部に楔形あるいは他の形状の電極を設けて電界を印加することによって、電気光学効果により光を面内で偏向させる方法、さらには導波路面内に表面弹性波発生用の楔形電極を設けて電界を印加し、光伝搬経路に表面弹性波を発生させることによって、音響光学効果により光を面内で偏向させる方法などが好ましい。

また、前記導波路の実効屈折率を電気光学効果

により変える手段として、導波路に、光伝播方向に対して垂直方向に勾配を持たせ、導波路面内で光偏向させる方法が可能である。

本発明で使用される光偏向素子の導波路としては、 LiTaO_3 単結晶基板上に LiNbO_3 薄膜を形成したもの、 LiNbO_3 基板上に LiTaO_3 薄膜を形成し、さらに LiNbO_3 薄膜を形成したもの、 LiTaO_3 単結晶基板上に $\text{Sr}_{x}\text{Ba}_{1-x}\text{Nb}_2\text{O}_6$ (SBN) 薄膜を形成したもの、表面に SiO_2 薄膜を形成した Si 基板上に SBN 薄膜を形成したもの、 $\text{Cd}_x\text{Ga}_2\text{O}_4$ (GGG)、 $\text{Nd}_x\text{Ga}_3\text{O}_7$ (NdGG)、 $\text{Sm}_x\text{Ga}_3\text{O}_7$ (SmGG) などのガーネット基板上に SBN 薄膜を形成したもの、 PbTiO_3 単結晶基板上に BaTiO_3 単結晶薄膜を形成したもの、 KNbO_3 単結晶基板上に $\text{K}(\text{Nb}_{1-x}\text{Ta}_{x})\text{O}_3$ (KTN) 薄膜を形成したもの、 PLZT セラミックス基板上に PLZT 薄膜を形成したものなどを使用できるが、特に、 LiTaO_3 単結晶基板上に LiNbO_3 薄膜を形成した

ものが、電気光学効果の大きさから最も好適である。

本発明で使用されるレーザ光を画像信号により強度変調させる装置としては、音響光学効果を用いたバルク型あるいは導波路型の光変調器、電気光学効果を用いたバルク型あるいは導波路型の光変調器、さらには光源の半導体レーザに変調信号を入力することによる直接変調方式などがあるが、特に直接変調方式が望ましい。

この理由は、ハイビジョンなどの高品位テレビを考えた場合変調帯域としては 20~30 MHz が必要になるが、通常の半導体レーザは最大数百 MHz までの直接変調が可能であり、直接変調方式を採用すれば外部変調器が不要となるため低価格化・小型化が可能になるからである。

また本発明の光学系は、第1図に示すようになり、レーザ光源（半導体レーザ、もしくは半導体レーザと第2高調波発生素子あるいは非線形光学素子を組み合わせた固体レーザ）から出射したレーザ光の導波路型光偏向器への入射は、端面入射、

あるいはレンズで集光した後で端面入射、さらにはプリズム入射、グレーティング入射などの方法をとることができる。

導波路型光偏向器から出射したレーザ光は、必要に応じてレンズなどで集光あるいはビーム整形してからポリゴンミラーあるいは回転ホログラムディスクに入射させることができ。さらに、ポリゴンミラーから反射したレーザ光あるいは回転ホログラムディスクから出射したレーザ光についても、必要に応じて、面倒れ補正あるいはビーム整形などのためのレンズ等の光学系を通過させてからスクリーン上に投影することができる。

なお第2図においては導波路型光偏向器として、グレーティング出力結合器を用いて導波路面に垂直な方向に光偏向させる光偏向器の場合を示したが、電気光学効果あるいは音響光学効果を用いて面内に光偏向させる導波路型光偏向器などを用いることができる。

(実施例)

以下、本発明を実施例に沿ってさらに詳細に説

明する。

レーザ光源として、波長 1300 nm の半導体レーザと LiTaO_3 基板上に LiNbO_3 薄膜を形成してなる導波路型第2高調波発生 (SHC) 素子を組み合わせた小型赤色レーザ光源、波長 1090 nm の半導体レーザと LiTaO_3 基板上に LiNbO_3 薄膜を形成してなる導波路型 SHG 素子を組み合わせた小型緑色レーザ光源、および波長 880 nm の半導体レーザと LiTaO_3 基板上に LiNbO_3 薄膜を形成してなる導波路型 SHG 素子を組み合わせた小型青色レーザ光源を用い、各々レンズで集光して、一つの電気光学効果を用いた導波路型光偏向器に端面から入射させた。この際、赤、緑、青、各レーザ光はそれぞれグレーティング出力結合器に対する入射角を変え、さらに赤、緑、青、各レーザ光を発振させるための半導体レーザに印加する変調信号と同期して、電気光学効果により光偏向を起こさせる為の電極への印加電圧を変化させることにより、波長による偏向角度のずれを補正して導波路型光偏向器から出射する赤、緑、青色レーザ光の光路が

常に一致するようにした。

このレーザ光を高さ11mmの8面体ポリゴンミラーに当て、このポリゴンミラーを毎分450回転で回転させることによって、垂直方向に60Hzの光偏向を行なった。このようにして水平方向および垂直方向に各々30KHz, 60KHzの偏向を行った3原色のレーザ光をf・θレンズおよびシリンドカルレンズによって、面倒れ等の補正を行なった後に、スクリーンに投影した。

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、薄型、軽量、長寿命で安定性に優れ、低価格でハイビジョンなどの高品位テレビにも応用できるレーザディスプレイ装置を提供することができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の基本的構成を示す図であり、特にポリゴンミラーによる垂直方向の偏向方法を示した図である。第2図は本発明の偏向手段を説明する斜視図であり、導波路型光偏向器による水平方向の光偏向と、ポリゴンミラーによる垂直方

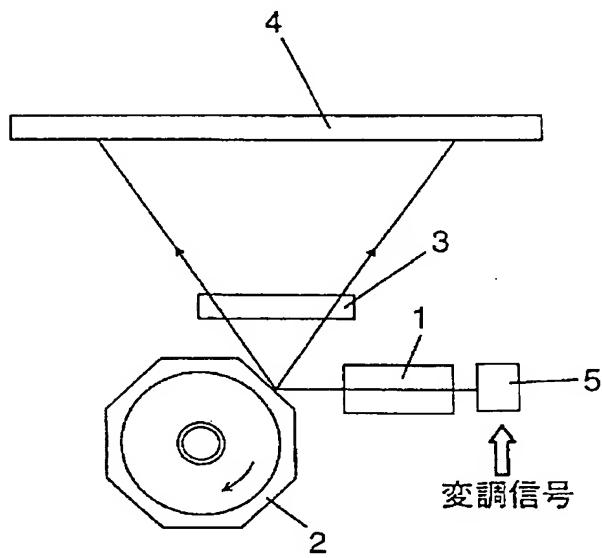
向の光偏向を示した図である。

- 1 導波型光偏向器
- 2 ポリゴンミラー
- 3 レンズ
- 4 スクリーン
- 5 レーザ光源

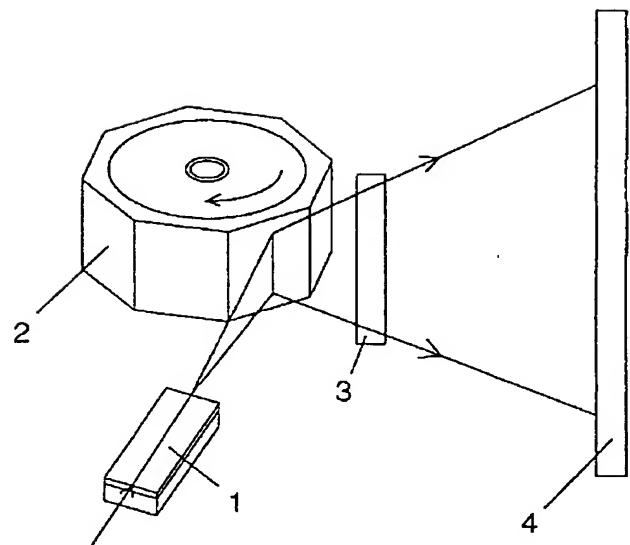
特許出願人

イビデン株式会社

代表者 多賀潤一郎



第1図



第2図

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.